



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 05101161 A

(43) Date of publication of application: 23.04.93

(51) Int. Cl

G06F 15/62

(21) Application number: 03283956

(71) Applicant: SONY CORP

(22) Date of filing: 04.10.91

(72) Inventor: OKA MASAOKI

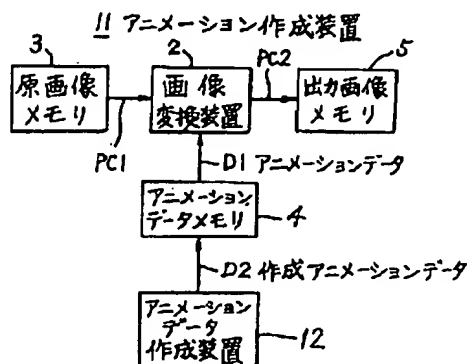
(54) ANIMATION GENERATING DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To simulate actual deformation and variations of motion and to easily generate a natural animation by generating and adding a minute quantity of random number data to a calculation result when the motion and deformation of a body are found according to a physical rule.

CONSTITUTION: Animation data D2 generated by the animation data generation device 12 are supplied as animation data D1 to an animation data memory 4. When an animation of a figure is generated, the body is represented by a model consisting of, for example, a mass point and a spring in combination and respective points on the body are found by calculating the motion of the mass point in environment of gravitational force, wind force, etc., according to the physical rule. A minute random number vector is added to the found new mass point position, thereby the natural animation image simulating variations is easily generated.

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio



(51)IntCl.³

G 0 6 F 15/62

識別記号

3 4 0

庁内整理番号

8125-5L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全12頁)

(21)出願番号 特願平3-283956

(22)出願日 平成3年(1991)10月4日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72)発明者 岡 正昭

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー株式会社内

(74)代理人 弁理士 田辺 恵基

(54)【発明の名称】 アニメーション作成装置

(57)【要約】

【目的】本発明は、アニメーション作成装置において、揺らぎをシミュレートし自然なアニメーション映像を容易に作成しようとするものである。

【構成】物理法則にしたがって物体の動作や変形を求める際、その計算結果に微量の乱数データを発生して付加することにより、実際の変形や運動における揺らぎをシミュレートして自然なアニメーションを作成し得る。

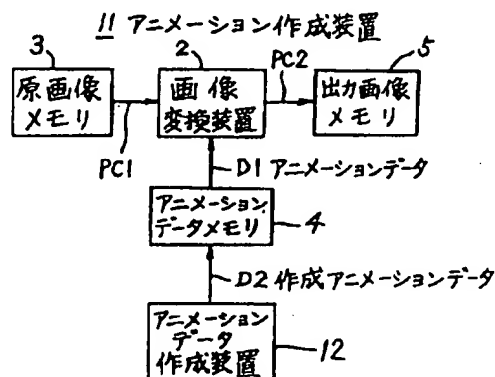


図1 実施例の構成

【特許請求の範囲】

【請求項1】物理法則の環境下での物体のアニメーションを作成するアニメーション作成装置において、上記物理法則にしたがって上記物体の動作や変形を求める際、当該計算結果に微小量の乱数データを発生して付加するようにしたことを特徴とするアニメーション作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【目次】以下の順序で本発明を説明する。

産業上の利用分野

従来の技術（図9）

発明が解決しようとする課題（図9～図11）

課題を解決するための手段（図1～図8）

作用（図1～図8）

実施例（図1～図8）

発明の効果

【0002】

【産業上の利用分野】本発明はアニメーション作成装置に関し、例えば放送用3次元特殊効果装置において「布」、「カーテン」等のように弾力性を有する物体が揺らぐ様子を表すアニメーション映像を作成する場合に適用して好適なものである。

【0003】

【従来の技術】従来、アニメーション作成装置を用いてアニメーション映像を作成する場合、一連のアニメーション映像を構成する各コマについて、アニメーターが1コマずつ絵を描いたり、図形の形及びその変化を画面上に定義する図形入力方法が採用されている。

【0004】すなわち図9に示すように、例えば布のアニメーションを作る場合について、アニメーション作成装置1は画像変換装置2を有する。

【0005】この画像変換装置2はテレビジョン画像を曲面上にマッピングして表示するようになされており、原画像メモリ3から得られるアニメーション映像として作成すべき原画像データPC1（この場合、「布」の模様となる画像データ）を、アニメーションデータメモリ4から得られるアニメーションデータD1に基づいて変形した後、布の画像を変形してなる出力画像データPC2を出力画像メモリ5に送出する。

【0006】このようなアニメーションデータD1はある瞬間の布の形を表す座標値であり、必要に応じて1つ又は複数のフレームデータを含んで構成されている。このアニメーションデータは予めアニメーターが手で作成したり又は簡単な関数を組み合わせた計算によつて発生させるようになされている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところでこのような手法によつてアニメーション映像を作成しようとする場合、各コマの絵柄を入力したり、図形の形の定義式を決

定するために熟練したアニメーターが煩雑な図形入力作業をしなければならない問題がある。この問題は特に自然現象のように人為的ではない図形の動きをアニメーションにしようとする場合には顕著になり、図形入力作業に多大な時間及び労力が必要で生産性が悪かった。

【0008】このような問題を解決するため、物理モデルを使つてコンピュータでシミュレーションを行いアニメーションを作成するアニメーション作成装置がある。このようなアニメーション作成装置では、アニメーションで表現したい物体の物理的性質をなるべく忠実にモデル化しコンピュータでシミュレーションすることにより、その動きを求める方法で、人間が手で描いたアニメーションより本物らしくしかも簡単にそれを作ることができる（特願平3-89880号、特願平3-93392号、特願平3-93601号）。

【0009】ところがこのように物理モデルを使つてコンピュータでシミュレーションを行うアニメーション作成装置では、人工的に作った物体のモデルが人工的な環境のなかで動く様子をシミュレートしアニメーションを作る場合、モデルの位置や形を表す座標値が特定の値をとると不自然なアニメーションになることがある。

【0010】例えば地面に垂直に立っている布のような物体に重力を下向きに働かせても永遠に倒れなかつたり、カーテンを閉じてもしわができないというような不自然さが存在する問題がある。

【0011】すなわち図10（A）～（D）は、布N0をある高さから床FLの上に垂直に落としたところであり、風力が働いていないとすると環境から受ける力は重力と床FLからの反発力だけであるから、質点の受ける力はいつまでも布N0の面上からはみでない。このため布N0は倒れることなくいつまでも図10（D）に示すような不自然な状態である。

【0012】また図11（A）～図11（D）は、カーテンC0が一方方向に拘束を受け垂れ下がっているところであり、画面の奥のほうから円柱の障害物S0が動いてくるところである。この場合拘束の方向と同じ方向に障害物S0による力を受けたため、質点には面の外への力が加わることがなく、3次元的に変形された自然なしわができない。

【0013】このような不自然さをさけるためには、例えば重力の向きと完全に一致するようには布N0を置かないというように、特定の座標値を避けるようにプログラムを作らねばならない。ところが実際上このようなプログラミングは非常に面倒であるうえ、カーテンC0の例ではそのような回避も難しく、解決策としては未だ不十分であつた。

【0014】本発明は以上の点を考慮してなされたもので、揺らぎをシミュレートし自然なアニメーション映像を容易に作成し得るアニメーション作成装置を提案しようとするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】かかる課題を解決するため本発明においては、物理法則の環境下での物体N1、C1のアニメーションを作成するアニメーション作成装置11において、物理法則にしたがって物体N1、C1の動作や変形を求める際、その計算結果に微小量の乱数データを発生して付加するようにした。

【0016】

【作用】物理法則にしたがって物体N1の動作や変形を求める際、その計算結果に微小量の乱数データを付加することにより、実際の変形や運動における揺らぎをシミュレートして自然なアニメーションを作成し得る。

【0017】

【実施例】以下図面について、本発明の一実施例を詳述する。

【0018】本発明によるアニメーション作成装置11は図9との対応部分に同一符号を付して図1に示すように、アニメーションデータ作成装置12において作成した作成アニメーションデータD2をアニメーションデータメモリ4にアニメーションデータD1として供給する。

【0019】アニメーションデータ作成装置12はアニメーション映像として作成すべき物体として例えば布の順次続く時刻に布がどのような形になっているかを表す3次元座標値データを作成アニメーションデータD2として発生する。

【0020】アニメーションデータ作成装置12は、図2及び図3に示すように、アニメーション表示対象の布N1について重力の強さ、風の強さ、障害物の形や位置などのように、これから動かそうとしている布N1がどのような環境の中に置かれているかを表すデータでなる環境データD11を環境データメモリ21から運動方程式演算装置22に与える。

【0021】運動方程式演算装置22は布N1を表すモデルに対して環境データD11に対応する運動方程式を*

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} + \Gamma \frac{dx}{dt} = F(x, t) \quad \dots\dots (1)$$

【0029】ここで、Mは質点MPの質量、 Γ は減衰係数、 x は質点MPの位置を表す3次元座標、 t は時間、 F は質点MPに働く力である。

(1)式において、質量Mは定数であり、減衰係数 Γ は運動が収束するように付加されたもので定数であり、質点MPに働く力 F は時間と共に変化する量で質点MP全*

$$\text{random0} = \text{uniform_random}(0, d) \quad \dots\dots (2)$$

【数3】

$$\text{random1} = \text{uniform_random}(0, d) \quad \dots\dots (3)$$

【数4】

$$\text{random2} = \text{uniform_random}(0, d) \quad \dots\dots (4)$$

*立てこれを解くような演算を実行し、当該演算結果を3次元座標配列データD12としてフォーマット変換装置23に与える。

【0022】フォーマット変換装置23は3次元座標を、画像変換装置2(図1)が使用できるフォーマットのアニメーションデータに変換し、これを作成アニメーションデータD2としてアニメーションデータメモリ4に供給する。

【0023】運動方程式演算装置22は、図2に示すように、布N1の表面上の各点の位置を、質点MPを立体的に格子状にばねSPによって結合して表す3次元モデルによって表現する。

【0024】すなわち各格子点(白丸)は質点MPを表していると共に、格子点間の線分はすべてばねSPを表している。従ってこの3次元モデルの場合、立体的物体は1つの質点MPに対して最大6本のばねSPが接続することができる。

【0025】これに対して布N1のように平面的な物体の場合は、一般的に図3に示すように、1つの質点MPに対して4本のばねSPを接続することによって布N1のモデルを表現することができると共に、コーナや端の質点MPには4本未満のばねSPを接続することによって表現できる。

【0026】図3の3次元モデルにおいて、質点MPは質量が1点に集まったもので、ニュートンの運動方程式に従って運動する。ばねSPは自然状態での長さをもっており、フックの法則に従って変位に応じた力を出す。

【0027】この他に隣り合うばね相互間には弾力性をもったヒンジがあり、隣り合うばね同士を90°の角度に保とうとする。かくして対角線上のヒンジ相互間には当該ばね同士を180°に保とうとする力が働く。

【0028】この図4の3次元モデルにおいて、各質点MPは次の運動方程式に従って運動する。

【数1】

※体の配置や環境によって決まる。

【0030】ここでこの実施例の場合、図2の運動方程式演算装置22において(1)式を解いた結果得られる質点MPの位置座標 x に、次式

【数2】

【数5】

$$xf = x + (\text{random0}, \text{random1}, \text{random2})$$

…… (5)

で与えられる微小な変位を付加して質点の新しい位置座標xfとしている。

【0031】この(2)～(5)式において、uniform_random(a,b)は、aを平均として±bの範囲から選ばれる乱数を発生する関数であり、dは任意の微小な数、xfは最終的な質点の座標である。

【0032】ここで運動方程式演算装置22は1単位処理時間の間に繰り返し図5に示すアニメーション作成方法を実行することにより、布N1上のすべての質点MP(図3)について環境データD1に基づく変換位置の演算

$$F = F_s + F_h + F_d + F_g + F_v$$

の演算を実行することにより、物理法則に従って当該サンプル点の質点MPに働く力Fを求める。

【0034】続いて運動方程式演算装置22は、続くステップSP3において、(1)式を実行することにより、当該サンプル点の質点MPの新しい座標を求め、続くステップSP4において、(2)式～(5)式を実行することにより、新しい座標に微小な乱数ベクトルを加える。

【0035】かくして運動方程式演算装置22は当該サンプル点についての変換後の座標位置の演算を終了し、その演算結果を作成アニメーションデータD2としてアニメーションデータメモリ4に記憶させる。

【0036】その後運動方程式演算装置22はステップSP5において、すべてのサンプル点の処理が終了したか否か判断をし、否定結果が得られたとき上述のステップSP1に戻って新たなサンプル点についての座標位置の演算に入る。

【0037】以下同様にして原画像上の布N1の図形上のすべてのサンプル点についての変換後の座標位置の演算を終了すると、運動方程式演算装置22はステップSP5において肯定結果が得られることによりステップSP6に移って当該アニメーション作成方法を終了する。

【0038】このようにして運動方程式演算装置22は1単位処理時間の間に1枚分の布N1の変換処理を終了し、以後同様の変換処理を新たな1単位処理時間が開始することに上述の処理を繰り返す。

【0039】その結果図10(A)～図10(D)について上述したと同様に、布N1をある高さから床FL上に垂直に落とすアニメーションは、風力が働いていないとして環境から受ける力が重力と床FLからの反発力だけの場合にも、図6(A)～(D)に示すように、自然と布N1が床FL上に倒れこむ様子を表すことができる。

【0040】また図11(A)～図11(D)について上述したと同様に、一方向に拘束を受け垂れ下がっているカーテンC1に、画面の奥の方向から円柱の障害物S0が動いてくるアニメーションは、拘束の方向と同じ方

*算を実行し、その結果として柔らかい物体である布N1が重力、風力などの環境条件に応じて柔らかく動くアニメーション映像を作成する。

【0033】すなわち運動方程式演算装置22は図5のステップSP0において当該アニメーション作成方法の処理を開始した後、ステップSP1において原画像上の布N1の図形上の1つのサンプル点を選択し、続くステップSP2において次式

【数6】

…… (6)

向に障害物S0による力を受け質点には面の外への力が加わらない場合でも、カーテンC1に自然なしわが生じる様子を表すことができる。

【0041】なお図8(A)～図8(D)は図7(A)～図7(D)のカーテンC1のアニメーションをX軸方向から見た様子を示し、この場合もカーテンC1に自然なしわが生じる様子を表すことができる。

【0042】以上の構成によれば、図形のアニメーションを作成するとき、例えば質点MP及びばねSPを組み合わせたモデルによつて物体を表現し、物体上の各点の位置を重力、風力などの環境に対する質点MPの運動を物理法則に従って計算して求め、この結果得られる新たな質点MPの位置に、微小な乱数ベクトルを加えるようにしたことにより、揺らぎをシミュレートし自然なアニメーション映像を容易に作成し得るアニメーション作成装置を実現できる。

【0043】かくするにつき、複雑なプログラムを作ることなく不自然な状態を回避したり、自然にしわを生成させたりすることができ、さらに微小な変位の取り方や付加の仕方を変化させることにより、さまざまなバリエーションのアニメーション映像を作成し得る。

【0044】その結果アニメーション作成作業をする際に、アニメータが手で絵を描いたり、図形の形を決めたりせずに自動的に映像を作る際に、不自然なアニメーション映像の収束を生じさせないようにできる。

【0045】なお上述の実施例においては、微小な乱数をすべての方向に加えた場合について述べたが、これに代え乱数を加える方向を限定するようにしても良い。因に2次元の布の場合なら、曲面の法線方向にだけ変位させるほうが自然であり、また微小な変位を加えるか否か局所的な変形の大きさに決めたり、変位の大きさを一定にして向きにのみ偶然性を与える等種々の方法で、微小な乱数を加えるようにしても上述の実施例と同様の効果を実現できる。

【0046】また上述の実施例においては、アニメーション表示対象として布やカーテン等、2次元のすなわち平面的な物体を選定したが、これに限らず、3次元のす

なわち立体的な物体を選定した場合にも、上述の場合と同様の効果を得ることができ、要は質点、ばね、ヒンジの配置を決めだけの作業をするだけで、必要に応じて任意の形状の物体をアニメーションで表すことができる。

【0047】

【発明の効果】上述のように本発明によれば、物理法則にしたがって物体の動作や変形を求める際、その計算結果に微小量の乱数データを付加することにより、実際の変形や運動における揺らぎをシミュレートして自然なアニメーションを作成し得るアニメーション作成装置を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるアニメーション作成装置の一実施例を示すブロック図である。

【図2】図1のアニメーション作成装置の詳細構成を示すブロック図である。

【図3】表示対象のモデルを示す略線図である。

【図4】質点間の単位ベクトルを示す略線図である。

【図5】図1のアニメーション作成装置が実行するアニメーション作成方法を示すフローチャートである。

【図1】

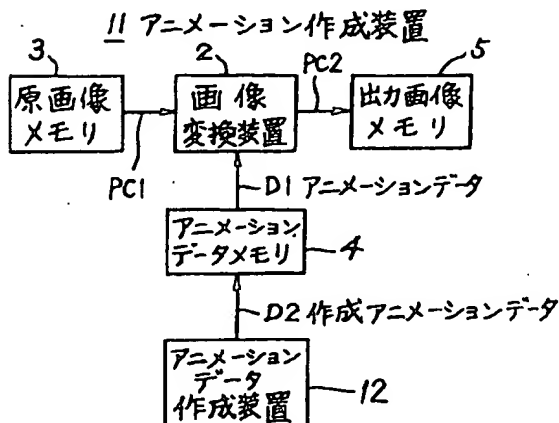


図1 実施例の構成

メーション作成方法を示すフローチャートである。

【図6】実施例による布のアニメーションを示す略線図である。

【図7】実施例によるカーテンのアニメーションを示す略線図である。

【図8】図7のカーテンをX軸方向から見たアニメーションを示す略線図である。

【図9】従来のアニメーション作成装置を示すブロック図である。

【図10】従来のアニメーション映像を示す略線図である。

【図11】従来のアニメーション映像を示す略線図である。

【符号の説明】

1、11……アニメーション作成装置、2……画像変換装置、3……原画像メモリ、4……アニメーションデータメモリ、12……アニメーションデータ作成装置、21……環境データメモリ、22……運動方程式演算装置、23……フォーマット変換装置。

【図4】

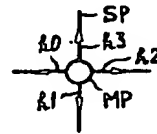


図4 表示対象のモデル

【図9】

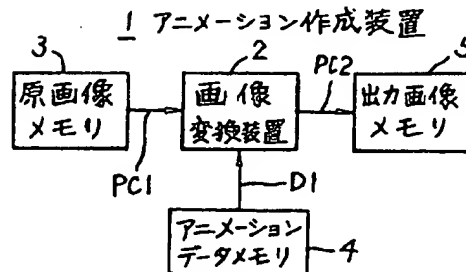


図9 従来の構成

【図2】

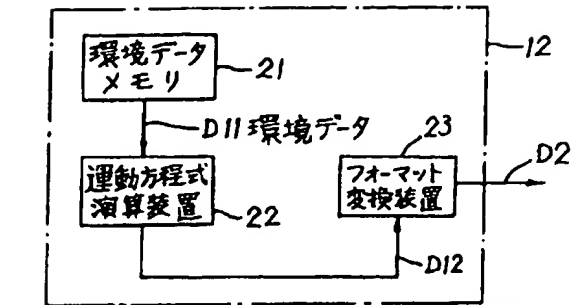


図2 作成アニメーションデータの形成

【図3】

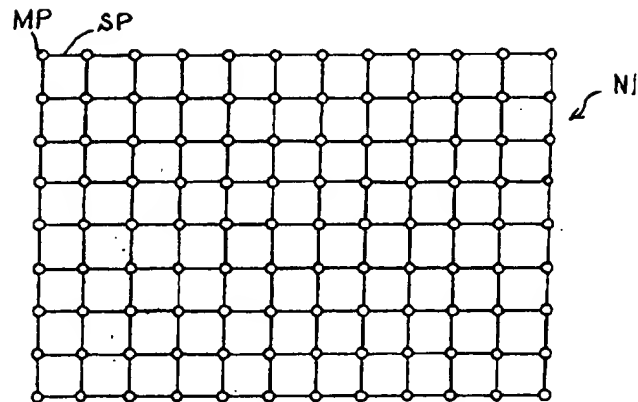


図3 表示計数のモデル

【図5】

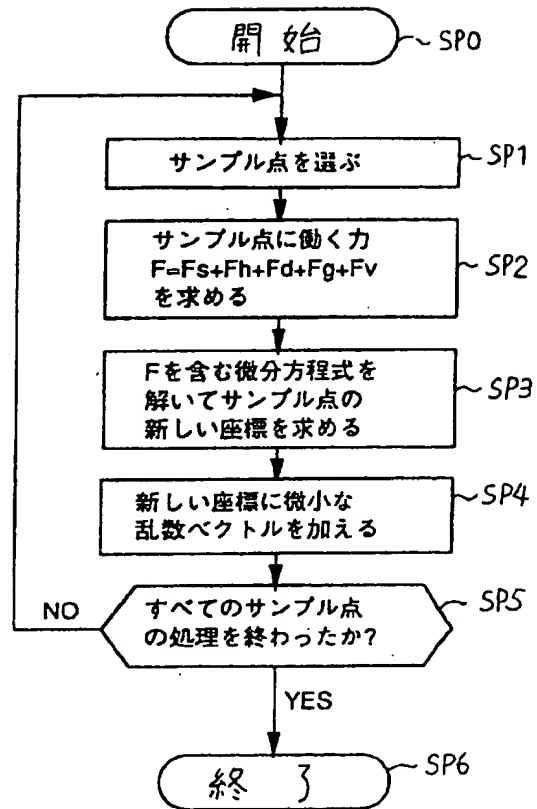


図5 アニメーション作成方法

【図6】

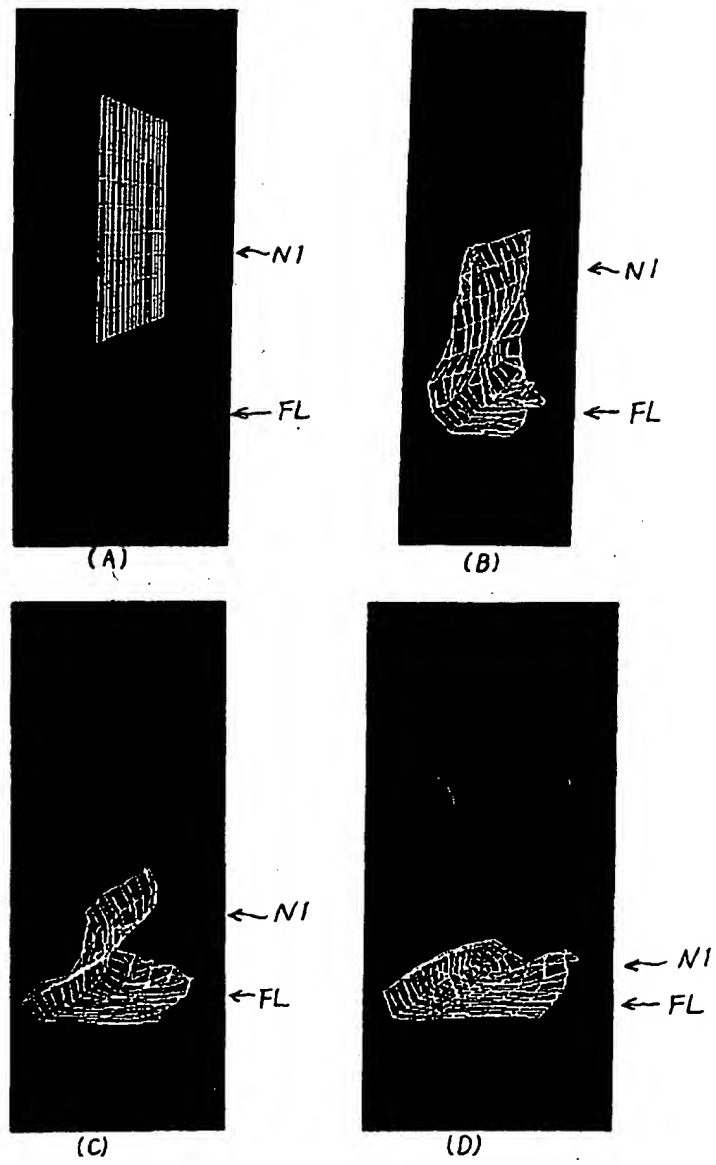


図6 実施例による「布」のアニメーション

【図7】

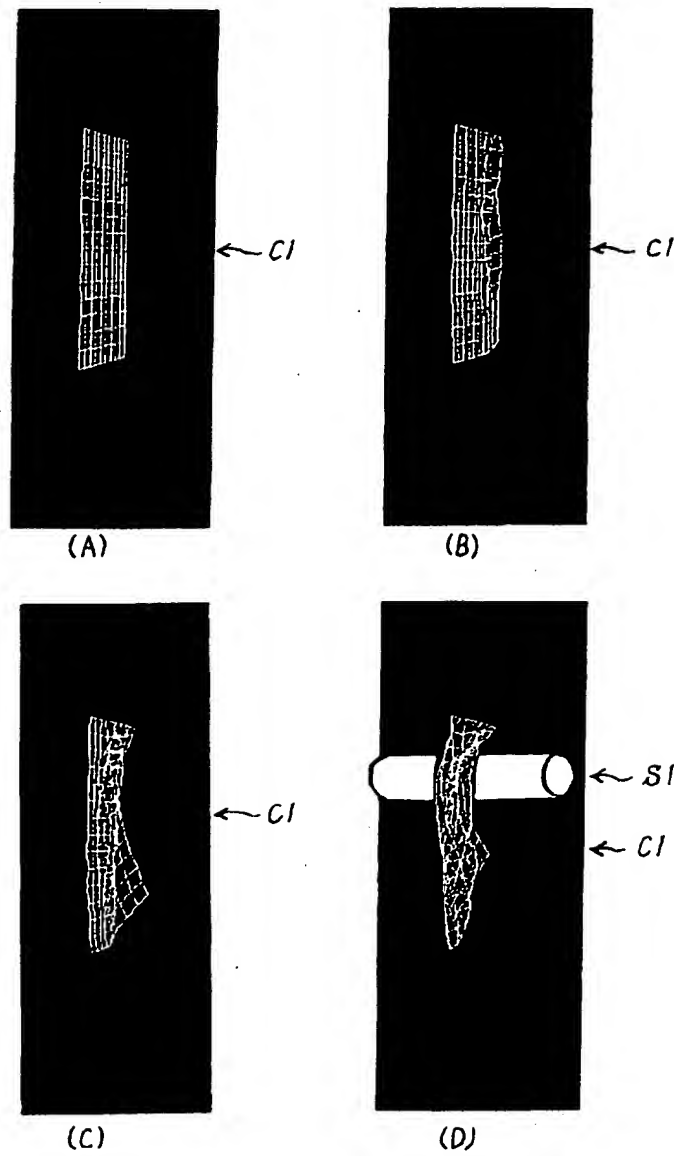


図7 実施例における「カテン」のアニメーション(1)

【図8】

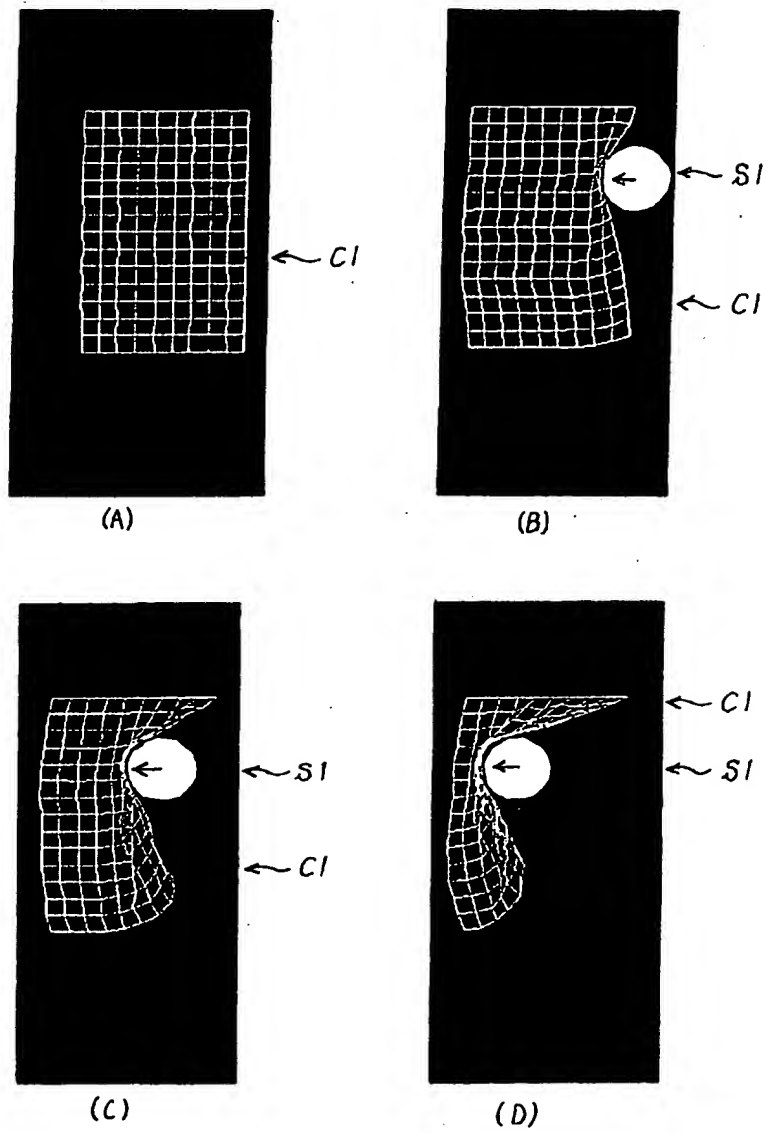


図8 実施例による「カテン」のアニメーション(2)

[図10]

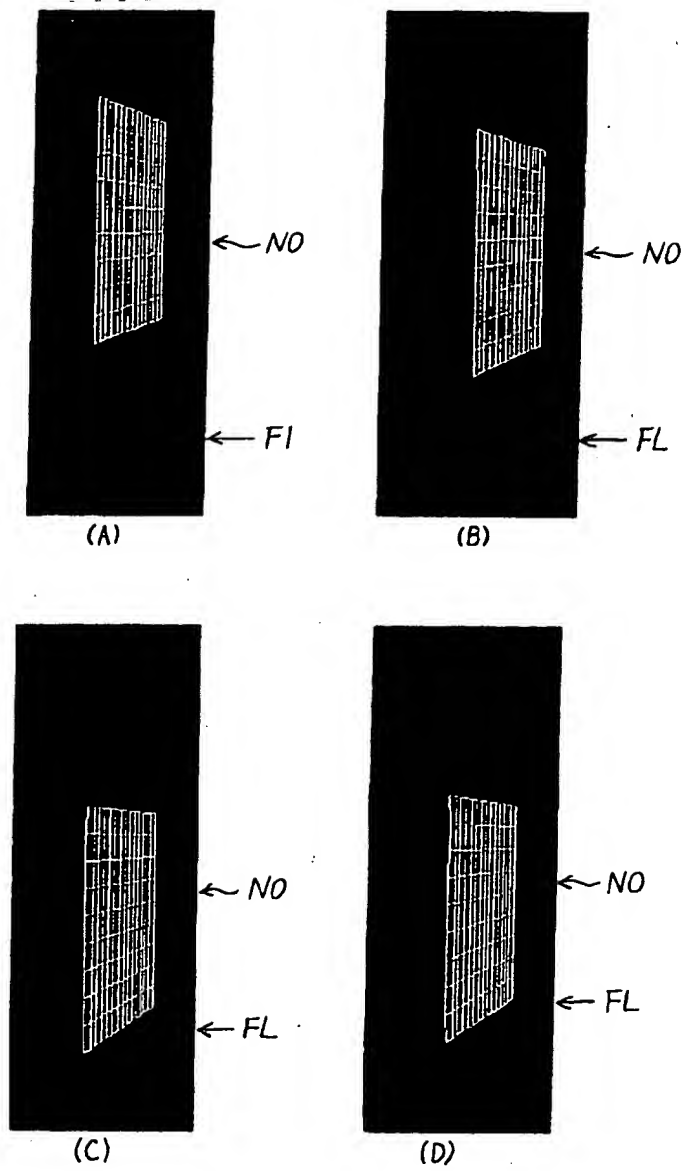


図10 従来の「布」のアニメーション

【図11】

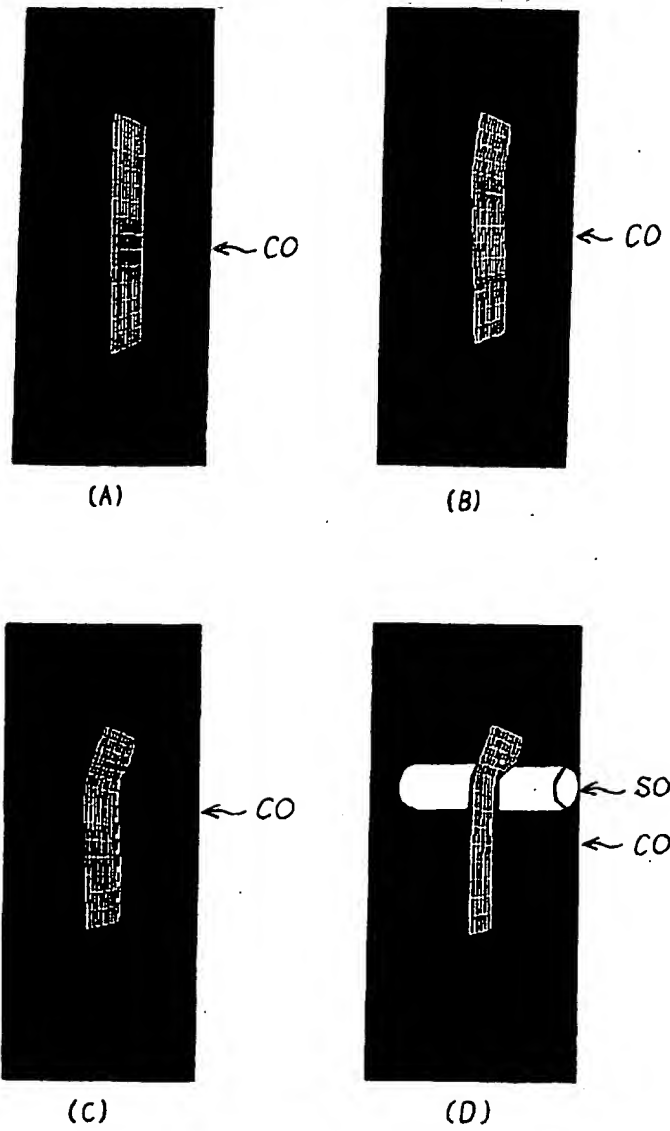


図11 従来の「カーテン」のアニメーション

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Table of Contents] This invention is explained in order of the following.

The technique of the Field of the Invention former (drawing 9)

Object of the Invention (drawing 9 - drawing 11)

The means for solving a technical problem (drawing 1 - drawing 8)

Operation (drawing 1 - drawing 8)

Example (drawing 1 - drawing 8)

Effect of the invention [0002]

[Industrial Application] This invention is applied when creating the animation image showing signs that the body which has resiliency like "cloth" and a "curtain" in the three-dimension special effect equipment for broadcast swings concerning an animation listing device, and it is suitable.

[0003]

[Description of the Prior Art] When creating an animation image conventionally using an animation listing device, about each top which constitutes a series of animation images, an animator draws the 1 top of pictures at a time, or the graphical input approach of defining the form of a graphic form and its change on a screen is adopted.

[0004] That is, as shown in drawing 9 , the animation listing device 1 has image transformation equipment 2 about the case where the animation of cloth is made.

[0005] This image-transformation equipment 2 is made as [display / a television picture / on a curved surface / map and], and after transforming the subject-copy image data PC 1 (image data which serves as a pattern of "cloth" in this case) which should be created as an animation image acquired from the subject-copy image memory 3 based on the animation data D1 which can be obtained from the animation data memory 4, it sends out output image-data PC 2 which comes to deform the image of cloth to an output image memory 5.

[0006] Such animation data D1 become with the coordinate value showing the form of a certain instantaneous cloth, and are constituted including one or more frame data if needed. An animator creates this animation data by hand beforehand, or it is made as [generate / therefore / the count which combined the easy function].

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, when it is therefore going to create an animation image to such technique, there is a problem on which the animator which became skillful in order to input the pattern of each top or to determine the definition type of the form of a graphic form must do a complicated graphical input activity. For this problem, when it is going to make into animation a motion of the graphic form which is not artificial like especially a natural phenomenon, it becomes remarkable, and great time amount and a great effort are required for a graphical input activity, and productivity is wrong and **.

[0008] In order to solve such a problem, there is an animation listing device which performs simulation

for a physical model by ***** computer, and creates animation. By modeling the physical property of a body to express by animation as faithfully as possible, and carrying out simulation by computer, by the approach of asking for the motion, human being can genuine article do and can make [whether it is also a comb or] it from such an animation listing device easily from the animation drawn by hand (Japanese-Patent-Application-No. 3-89880 [Number] a number and Japanese Patent Application No. 3-93392 a number and Japanese Patent Application No. 3-93601).

[0009] However, in this way, in the animation listing device which performs simulation for a physical model by ***** computer, when simulating signs that the model of a ***** body moves in an artificial environment, and making animation, and the coordinate value showing the location and form of a model takes a specific value, it may become unnatural animation artificially.

[0010] For example, even if it uses gravity downward on a body perpendicularly like ***** on the ground, it falls forever, and there is a problem in which the unnaturalness that a wrinkling is not made even if it closes inside ***** and a curtain exists.

[0011] that is, since the force received from an environment is only gravity and repulsive force from Floor floor line supposing it just dropped cloth N0 from a certain height perpendicularly on Floor floor line and the wind force is not working, drawing 10 (A) - (D) does not see and come out of the force which the material point receives from the field of cloth N0 forever. For this reason, cloth N0 is in the unnatural condition that it is forever shown in drawing 10 (D), without falling.

[0012] Moreover, a curtain C0 receives constraint in an one direction, the bottom of a lappet is at intermediary **** and the time, and the cylindrical obstruction S0 is just going to move drawing 11 (A) - drawing 11 (D) from the way in the inner part of a screen. In this case, since the force by the obstruction S0 was received in the same direction as the direction of constraint, the natural wrinkling which the force other than a field did not join the material point, and deformed in three dimension is not made.

[0013] completely in agreement with the sense of gravity, in order to avoid such unnaturalness -- as -- a program must be made so that a specific coordinate value may be avoided, as cloth N0 is not placed. However, such evasion is also difficult, its example of a very troublesome top and a curtain C0 is still inadequate as a solution, and such [in practice] programming is *****.

[0014] This invention was made in consideration of the above point, and tends to propose the animation listing device which simulates fluctuation and can create a natural animation image easily.

[0015]

[Means for Solving the Problem] When searching for actuation and deformation of the intermediary bodies N1 and C1 in this invention although it was made the physical law in the animation listing device 11 which creates the animation of the bodies N1 and C1 under the environment of a physical law in order to solve this technical problem, a minute quantity of random-number data are generated in the count result, and it was made to add to it.

[0016]

[Function] Although it was made the physical law, in case actuation and deformation of the intermediary body N1 are searched for, by adding a minute quantity of random-number data to the count result, the fluctuation in actual deformation and actual movement is simulated, and natural animation can be created.

[0017]

[Example] About a drawing, one example of this invention is explained in full detail below.

[0018] The animation listing device 11 by this invention supplies the creation animation data D2 created in animation data origination equipment 12 as animation data D1 to the animation data memory 4, as the same sign is given to a corresponding point with drawing 9 and it is shown in drawing 1.

[0019] the time of day when cloth continues one by one as a body which should create animation data origination equipment 12 as an animation image -- cloth -- what kind of form -- the three-dimension coordinate value data showing whether it is intermediary **** are generated as creation animation data D2.

[0020] Animation data origination equipment 12 gives the environmental data D11 which become by

the data in which it is shown in what kind of environment the cloth N1 which it is going to move [strength / of gravity] like the form of an obstruction or a location in the strength of a wind after this is placed about the cloth N1 for an animation display to the equation-of-motion arithmetic unit 22 from the environmental data memory 21, as shown in drawing 2 R> 2 and drawing 3 .

[0021] The equation-of-motion arithmetic unit 22 performs an operation which stands the equation of motion corresponding to the environmental data D11 to the model showing cloth N1, and solves this, and gives it to format conversion equipment 23 by using the result of an operation concerned as the three-dimension coordinate array data D12.

[0022] Format conversion equipment 23 changes a three-dimension coordinate into the animation data of the format which image transformation equipment 2 (drawing 1) can use, and supplies it to the animation data memory 4 by making this into the creation animation data D2.

[0023] Therefore, the equation-of-motion arithmetic unit 22 expresses the location of each point on the front face of cloth N1 to the three-dimension model which therefore combines the material point MP with a spring SP in the shape of a grid in three dimensions, and expresses, as shown in drawing 2 .

[0024] That is, while each lattice point (white round head) expresses the material point MP, all the segments during the lattice point express the spring SP. Therefore, in the case of this three-dimension model, a three-dimensional body can connect a maximum of six springs SP to the one material point MP.

[0025] On the other hand, like cloth N1, in the case of a superficial body, therefore, it can express to connect less than four springs SP at the material point MP of a corner or an edge while being able to express the model of cloth N1 therefore to connect four springs SP to the one material point MP, as generally shown in drawing 3 .

[0026] the three-dimension model of drawing 3 -- setting -- the material point MP -- mass -- one point -- ***** -- it is -- the equation of motion of Newton -- therefore, it exercises. a spring SP -- the die length in a natural condition -- an intermediary cage and Hooke's law -- therefore, the force according to a variation rate is taken out.

[0027] In addition, there is a ** hinge which has resiliency between [adjacent] springs, and it is going to maintain adjacent springs at the include angle of 90 degrees. Between [on the diagonal line] hinges, they are the springs concerned in this way. The force which it is going to keep at 180 degrees works.

[0028] the three-dimension model of this drawing 4 -- setting -- each material point MP -- the following equation of motion -- therefore, it exercises.

[Equation 1]

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} + \Gamma \frac{dx}{dt} = F(x, t) \quad \dots\dots (1)$$

[0029] It is the force which the three-dimension coordinate and t to which the mass of the material point MP and ** express a damping coefficient, and, as for M, x expresses the location of the material point MP commit to time amount here, and F commits at the material point MP.

(1) In a formula, mass M is a constant, and it was added so that movement might converge damping coefficient **, and it is a constant and, therefore, it is decided in the amount which changes with time amount that the force F committed at the material point MP will be arrangement and the environment of the whole material point MP.

[0030] In the case of this example, it is a degree type [several 2] here to the position coordinate x of the material point MP obtained as a result of solving (1) equation in the equation-of-motion arithmetic unit 22 of drawing 2 .

$$\text{random0} = \text{uniform_random}(0, d) \quad \dots\dots (2)$$

[Equation 3]

$$\text{random1} = \text{uniform_random}(0, d) \quad \dots\dots (3)$$

[Equation 4]

$$\text{random2} = \text{uniform_random} (0, d) \quad \dots\dots (4)$$

[Equation 5]

$$x f = x + (\text{random0}, \text{random1}, \text{random2}) \quad \dots\dots (5)$$

The minute variation rate come out of and given is added, and it is considering as the new position coordinate xf of the material point.

[0031] it sets at this (2) - (5) ceremony -- it is the function which generates the random number which uniform_random (a, b) considers a as an average, and is chosen from the range of **b, and d is the coordinate of the minute number of arbitration, and the material point when xf is final.

[0032] By performing the animation creation approach repeatedly shown in drawing 5 between 1 unit processing times, the equation-of-motion arithmetic unit 22 perform the operation of a conversion location based on the environmental data D1 about all the material points MP on cloth N1 (drawing 3), and create the animation image by which the cloth N1 which be a body soft as the result run softly according to environmental conditions, such as gravity and a wind force, here.

[0033] That is, after starting processing of the animation creation approach concerned in the step SP 0 of drawing 5 , in a step SP 1, one sample point on the graphic form of the cloth N1 on a subject-copy image is chosen, and it sets to the continuing step SP 2, and the equation-of-motion arithmetic unit 22 is a degree type and [Equation 6].

$$F = F_s + F_h + F_d + F_g + F_v \quad \dots\dots (6)$$

performing ***** -- a physical law -- therefore, the force F committed at the material point MP of the sample point concerned is searched for.

[0034] Then, in the continuing step SP 3, by performing (1) equation, the equation-of-motion arithmetic unit 22 searches for the new coordinate of the material point MP of the sample point concerned, and adds a very small random-number vector to a new coordinate by performing a (2) equation - (5) equation in the continuing step SP 4.

[0035] The equation-of-motion arithmetic unit 22 ends the operation of the coordinate location after the conversion about the sample point concerned, and the animation data memory 4 is made to memorize it in this way by using the result of an operation as the creation animation data D2.

[0036] the step SP 1 above-mentioned when the aftermovement equation arithmetic unit 22 judges [whether processing of all sample points was completed, and] in a step SP 5 and a negative result is obtained -- ***** -- the operation of the coordinate location about a new sample point is started.

[0037] After ending the operation of the coordinate location after the conversion about all the sample points on the graphic form of the cloth N1 on a subject-copy image like the following, the equation-of-motion arithmetic unit 22 ends this ***** this animation creation approach to a step SP 6 by obtaining an affirmation result in a step SP 5.

[0038] Thus, the equation-of-motion arithmetic unit 22 ends transform processing of the cloth N1 for one sheet between 1 unit processing times, and whenever new 1 unit processing time starts the same transform processing as henceforth, it repeats above-mentioned processing.

[0039] Signs that nature and cloth N1 fall on Floor floor line, and it is crowded as the force received from an environment noting that the wind force is not committing the animation which drops cloth N1 perpendicularly on the floor floor line from a certain height the same with as a result having mentioned above about drawing 10 (A) - drawing 10 (D) shows at drawing 6 (A) - (D) only also in the case of the repulsive force from gravity and Floor floor line can be expressed.

[0040] Moreover, the same with having mentioned above about drawing 11 (A) - drawing 11 (D), by receiving constraint in an one direction, even when the bottom of a lappet receives the force by the obstruction S0 in the direction as the direction of constraint where the animation by which the cylindrical obstruction S0 moves to the intermediary **** curtain C1 from the direction of [in the inner part of a screen] is the same and the force other than a field does not join the material point, signs that a

natural wrinkling arises on a curtain C1 can be expressed.

[0041] In addition, drawing 8 (A) - drawing 8 (D) can show signs that the animation of the curtain C1 of drawing 7 (A) - drawing 7 (D) was seen from X shaft orientations, and can express signs that a natural wrinkling arises on a curtain C1 also in this case.

[0042] When creating the animation of a graphic form according to the above configuration, therefore, a body is expressed to the model which combined the material point MP and a spring SP. Movement of the material point [as opposed to environments, such as gravity and a wind force, for the location of each point on a body] MP to a physical law therefore, by calculating and asking and having added the very small random-number vector to the location of the new material point MP obtained as a result The animation listing device which simulates fluctuation and can create a natural animation image easily is—realizable.

[0043] The animation image of various variations can be created by changing the method of how to take a still minuter variation rate by the ability avoiding an unnatural condition in carrying out, without making a complicated program, or making a wrinkling generate automatically and addition which it writes.

[0044] In case an image is made automatically, without an animator's not drawing a picture by hand in case an animation creation activity is done as a result, or deciding the form of a graphic form, it can avoid producing convergence of an unnatural animation image.

[0045] In addition, although the case where a minute random number was added in all the directions was described, you may make it limit the direction which replaces with this and adds a random number in an above-mentioned example. Incidentally, by various approaches, such as deciding [whether a variation rate minute / making it more natural to carry out a variation rate only in the direction of a normal to a surface, if it is the case of two-dimensional cloth / is applied and] in the magnitude of local deformation, or fixing magnitude of a variation rate and giving a contingency only to the sense, even if it adds a very small random number, the same effectiveness as an above-mentioned example is realizable.

[0046] Moreover, in an above-mentioned example, although two-dimensional, i.e., are superficial, bodies, such as cloth and a curtain, were selected as a candidate for an animation display Not only this but when a three-dimension-, i.e., are three-dimensional, body is selected, the same effectiveness as an above-mentioned case can be acquired, in short, the activity of only an arrangement of arrangement of the material point, a spring, and a hinge is only done, and the body of the configuration of arbitration can be expressed with animation if needed.

[0047]

[Effect of the Invention] Although it was made the physical law, in case actuation and deformation of an intermediary body are searched for as mentioned above according to this invention, the animation listing device which simulates the fluctuation in actual deformation and actual movement, and can create natural animation can be realized by adding a minute quantity of random-number data to the count result. .

[Translation done.]

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.